

## 明 細 書

## 光スイッチ装置

## 技術分野

- [0001] 本発明は、光ファイバの交換機に用いられる光導波路切り換え装置、あるいは光入力に適宜減衰させるための可変光減衰器として用いられる光スイッチ装置に関するものである。さらに詳しくは、光の出射位置を切り換える光反射部材を搭載した可動体に対するクランプ技術に関するものである。

## 背景技術

- [0002] 光ファイバなどの光導波路同士の結合状態を切り換える光スイッチ装置としては、光ファイバの熱による屈折率変動を利用する光導波路タイプのもの、半導体プロセスによるマイクロ光学素子とマイクロアクチュエータを利用するMEMS(Micro Electro Mechanical System)タイプのもものが知られている(例えば、特許文献1)。
- [0003] 前者の光導波路タイプの光導波路切り換え装置は、光導波路ファイバの結合や分岐による光学的なロスが大きい。また、光導波路を切り換え後の状態を保持するために、常時ヒータに電力を供給しておく必要があり、装置の寿命が比較的短い。また、MEMSタイプの光スイッチは半導体プロセスを利用するために製造コストが高いという問題がある。
- [0004] そこで、共通の入力用光導波路と複数の出力用光導波路が配列されている光ファイバアレイに直角プリズムミラーを正対させ、光ファイバが並んでいる方向に直角プリズムミラーを移動させることにより、光導波路同士の結合状態を切り換えるものが案出されている。このようなタイプの光スイッチ装置は、例えば、直角プリズムミラーを搭載した可動体と、この可動体を光ファイバが並んでいる左右方向、および上下方向に移動可能にワイヤで支持する固定側部材とを有しており、可動体が、磁気駆動回路によって駆動制御されることにより、所望の位置に移動することにより光導波路を切り換える。
- [0005] 但し、直角プリズムミラーを移動させて光導波路同士の結合状態を切り換えるタイプの光スイッチ装置は、直角プリズムミラーの位置によって光スイッチ装置から出射する

光軸が連続的に移動するため、直角プリズムミラーの停止位置を高い精度で制御しても、外部からの振動などによって直角プリズムミラーがわずかに変位してしまうだけでも、入力用光導波路と所望の出力用光導波路との結合状態が変動するという問題がある。

- [0006] そこで、ばねで付勢された押圧部材によって可動体を固定側部材に向けて押し付け固定するクランプ機構を設けることにより、可動体の位置ずれを防止する構成が検討されている。この場合、押圧部材を鉄系素材で形成する一方、固定側部材にソレノイドを配置しておき、押圧部材をソレノイドにより吸引してばねの付勢力に抗して押圧部材を浮かせることにより可動体を移動可能にしている。

特許文献1:特開2002-250874号公報

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、ソレノイドを利用したクランプ機構では、ソレノイドが発生する磁束のみで押圧部材を吸引するので、吸引力が小さい。従って、押圧部材を固定側部材に向って付勢するばねの付勢力を大きくすると、ソレノイドを作動させても可動体を押圧部材から開放することができなくなる。そのため、押圧部材を強い付勢力を有するばねで固定部材に押し付け固定することができず、可動体の位置ずれを確実に防止することができないという問題がある。
- [0008] また、ソレノイドを利用したクランプ機構では、押圧部材のソレノイドに対向する位置に永久磁石を配置して磁気駆動力を増大することが考えられる。しかしながら、このような構成の場合には、ソレノイドと永久磁石が高さ方向で重なってしまうため、光スイッチ装置の高さ方向の寸法が増加してしまうという問題がある。また、永久磁石をこのように配置した場合には、磁気回路が閉じていないオープンフラックス状態での使用になるため、多大なスペースを占有する割には、十分な磁気吸引力が得られず、スペース効率が悪いという問題がある。
- [0009] 以上の問題に鑑みて、本発明は、光反射部材を移動させて光導波路同士の結合状態を切り換えるタイプの光スイッチ装置において、光反射部材が搭載された可動体の位置ずれを確実に防止でき、かつ、光スイッチ装置の薄型化を実現可能な構成

を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

- [0010] 上記課題を解決するために、本発明では、互いに直交する方向をそれぞれX方向、Y方向、およびZ方向としたときに、Z方向から入射してきた光を反射してX方向に、ずれた所定位置から出射するための光反射部材が搭載された可動体と、該可動体をX方向およびY方向に移動可能に支持する固定側部材と、前記可動体をX方向およびY方向に駆動する駆動手段とを有する光スイッチ装置において、前記可動体を前記固定側部材に押し付け固定したクランプ状態、および前記可動体を解放したアンクランプ状態に切り換える押圧部材と、該押圧部材を駆動するクランプ用磁気駆動回路とを備えたクランプ機構を有し、前記クランプ用磁気駆動回路は、前記押圧部材あるいは前記固定側部材のいずれか一方側部材に配置されたクランプ用コイル、他方側部材に配置され、前記クランプ用コイルに鎖交する磁束を発生させるクランプ用マグネットとを備えていることを特徴とする。
- [0011] 本発明において、前記クランプ用コイルは、前記他方側部材に向けて開口するように巻回され、前記クランプ用マグネットは、前記他方側部材から前記一方側部材に向けて突き出たマグネット対を備え、前記マグネット対は、異なる極を対向させて前記クランプ用コイルを開口内と開口外で挟むように配置されていることが好ましい。このように構成すると、クランプ用コイルとクランプ用マグネットについては、装置の高さ方向で重ねる必要がないので、光スイッチ装置の薄型化を図ることができる。
- [0012] 本発明において、前記クランプ機構は、前記クランプ用コイルの開口内、および開口外の各々において前記マグネット対の背後に位置するバックヨークを備えている。このように構成すると、バックヨークによって、クランプ用マグネットからの漏れ磁束を低く抑えることができるので、クランプ用マグネットの磁束を有効に利用することができ、大きな磁気駆動力を得ることができる。
- [0013] 本発明において、前記クランプ機構は、前記押圧部材を前記クランプ状態、あるいは前記アンクランプ状態に付勢する付勢部材を備え、前記クランプ用磁気駆動回路は、前記付勢部材の付勢力に抗して前記押圧部材を駆動可能であることが好ましい。このように構成すると、押圧部材のクランプ状態、あるいはアンクランプ状態を実現

する際、一方の状態への移行を付勢部材の付勢力で行うことができ、消費電力を低く抑えることができる。

### 発明の効果

- [0014] 本発明の光スイッチ装置では、可動体をクランプ状態およびアンクランプ状態に切り換える押圧部材を駆動するために、クランプ用コイル、およびクランプ用コイルに鎖交する磁束を発生させるクランプ用マグネットを備えたクランプ用磁気駆動回路を用いているので、クランプ用コイルとクランプ用マグネットについては、装置の高さ方向で重ねる必要がない。従って、光スイッチ装置の薄型化を図ることができる。また、大きな磁気駆動力を得ることができるため、押圧部材のクランプあるいはアンクランプへの切り換えを確実に行うことができる。

### 発明を実施するための最良の形態

- [0015] 以下に、図面を参照して、本発明を適用した光スイッチ装置を説明する。

- [0016] (光スイッチ装置の基本原理)

図1は、本発明の光スイッチ装置の基本原理を模式的に示す説明図である。なお、以下の説明では、互いに直交する方向をそれぞれ、X方向、Y方向、およびZ方向として説明する。

- [0017] 図1において、光スイッチ装置1は、Z方向に延びた1本の入力側光ファイバ20、および8本の出力側光ファイバ21がX方向に沿って並列配置された8チャンネルの光スイッチ装置であり、入力側光ファイバ20から出力された光を8本の出力側光ファイバ21のいずれかに導くことができる。ここで、入力側光ファイバ20と出力側光ファイバ21とからなる光ファイバアレイ3は、光ファイバが、X方向で250  $\mu$  mのピッチで等間隔に並んでいる。

- [0018] 本形態の光スイッチ装置1では、Z方向から入射してきた光を反射してX方向にずれた所定位置からZ方向に向けて出射するための光反射部材として、X方向に駆動されるプリズムミラー10が用いられている。プリズムミラー10は、光がZ方向から入射する斜面101、この斜面101から入射してきた光をX方向に反射する第1の反射面102、およびこの第1の反射面102に対して直交し、第1の反射面102から反射してきた光を斜面101に向けて反射する第2の反射面103を備えた直角プリズムであり、

斜面101(開口側)は光ファイバアレイ3に向けて正対している。また、入力側光ファイバ20から出射された光は、プリズムミラー10に入射する前に、コリメートレンズ22により、コリメートな光となっている。なお、図示を省略するが、8本の出力側光ファイバ21と、プリズムミラー10の斜面101との間にもコリメートレンズが配置されている。

[0019] このように構成した光スイッチ装置1において、例えば、プリズムミラー10が実線で示す位置に固定されているとする。この状態では、入力側光ファイバ20から出射された光は、プリズムミラー10に入射し、プリズムミラー10内の第1の斜面102と第2の斜面103をそれぞれ90度で反射する光路L1の経路を辿り、出力側光ファイバ21の最右端にある出力側光ファイバ21aに導かれる。

[0020] 次に、出力側の光導波路を出力側光ファイバ21aから、右側から6番目に位置する出力側光ファイバ21fに切り換える場合には、プリズムミラー10をX方向に駆動して点線で示す位置に移動させる。このようにプリズムミラー10を移動させると、入力側光ファイバ20から出射された光は、プリズムミラー10内の第1の斜面102と第2の斜面103での反射位置が移動し、光路L2を辿って出力側光ファイバ21fに導かれることになる。

[0021] ここで、光ファイバアレイ3では、入力側光ファイバ20、および出力側光ファイバ21が $250\mu\text{m}$ のピッチで並んでいるので、プリズムミラー10については、入力側光ファイバ20、および出力側光ファイバ21のピッチの1/2倍に相当する $125\mu\text{m}$ 単位でX方向に移動させる。

[0022] (光スイッチ装置の全体構成)

図2(a)、(b)、(c)、(d)は、本発明を適用した光スイッチ装置の平面図、正面図、側面図、背面図である。図3は、図2(a)のA-A'線における光スイッチ装置の断面図である。図4は、本発明の光スイッチ装置の前半分に搭載された光スイッチ本体を、押圧部材を外した状態で、斜め後方から見た斜視図である。

[0023] 図2および図3に示すように、本発明の光スイッチ装置1は、扁平な略直方体形状を有しており、光スイッチ装置1の上側は、プリズムミラー10が搭載された可動体2を付勢する押圧部材41により覆われている。光スイッチ装置1の前半分には、図1に示した原理を用いた光スイッチ本体100が搭載されている。光スイッチ装置1の後半分に

は、光スイッチ装置1の上側を覆う押圧部材41とともにクランプ機構40を構成するクランプ用磁気駆動回路45が搭載されている。光スイッチ装置1の中央位置の左右両側には、固定側部材13の底板14から支柱47、48が立ち上がり、支柱47、48の端部には、押圧部材41の揺動支点50、51が設けられている。

[0024] (光スイッチ本体の構成)

図2、図3および図4に示すように、光スイッチ装置1の前半分において、光スイッチ本体100は、点線で示すプリズムミラー10が搭載された可動体2と、この可動体2を、X、Y方向に移動可能にサスペンションワイヤ4で支持する固定側部材13と、可動体2をX、Y方向に駆動する磁気駆動回路とを有している。

[0025] 可動体2には、プリズムミラー10を搭載したプリズムミラー搭載部11と、Y方向駆動用の駆動コイル5、および左右一対のX方向駆動用の駆動コイル6が搭載されているフレーム部分16とからなる。プリズムミラー10は斜面101を前方に向けて、プリズムミラー搭載部11のX方向の中央位置に搭載されている。

[0026] プリズムミラー搭載部11の下面11aには、X方向の全範囲にわたって、V字溝30が一定のピッチで連続的に形成されている(図7参照)。本形態では、光ファイバアレイ3のピッチが $250\mu\text{m}$ であるので、それに対応して、V字溝30のピッチは $125\mu\text{m}$ としてある。プリズムミラー搭載部11のさらに前方は、図1を参照して説明した光ファイバアレイ3が配置される領域であり、光ファイバアレイ3の入力側光ファイバ20からの出射光、および光ファイバアレイ3の出力側光ファイバ21への出射の各光軸を、光軸 $L_{in}$ および光軸 $L_{out}$ で示してある。

[0027] 固定側部材13は、光スイッチ装置1の底面を規定する底板14と、底板14に取り付けられた支持ベース12と、固定部15とからなる。底板14には、Y方向駆動用の駆動マグネット7、X方向駆動用の駆動マグネット8、およびヨーク9が搭載されている。駆動マグネット7は、駆動用コイル5の内側に位置している。また、駆動マグネット8は、駆動コイル6に対向している。底板14において、可動体2のプリズムミラー搭載部11の真下位置には、可動体2を受ける固定部15が設けられている。

[0028] 固定部15は、プリズムミラー搭載部11の下面11aよりもX方向に長い寸法を有している。固定部15の上面15aには、可動体2の下面11aに形成されたV字溝30(凹凸)

と噛み合うV字溝31(凹凸)が連続的に形成されている。従って、固定側部材13には、断面V字状凹部と断面V字状凸部とが交互に形成されている。このV字溝31のピッチも $125\mu\text{m}$ である。ここで、可動体2のX方向への移動経路、プリズムミラー搭載部11の下面11a、および固定側部材13に形成された固定部15の上面15aは、互いに平行に形成されている。

[0029] 支持ベース12からは、可動体2を左右の両側から挟んで片持ち状態で支持する左右2本ずつのサスペンションワイヤ4が固定側部材13の底板14と平行に延びている。なお、可動体2に搭載された駆動コイル5、6に対する制御回路(図示せず)は、支持ベース12の側に配置され、可動体2に搭載された駆動コイル5、6に対する通電はサスペンションワイヤ4を通電ラインとして行われる。

[0030] 駆動マグネット7は、可動体2に搭載された駆動コイル5に対して鎖交する磁束を発生するものであり、駆動コイル5と対になって、可動体2をY方向に駆動する磁気駆動回路を構成している。従って、駆動コイル5に通電することより、可動体2にはY方向の推力が加わる。また、駆動マグネット8は可動体2に搭載された駆動コイル6に対して鎖交する磁束を発生するものであり、駆動コイル6と対になって、可動体2をX方向に駆動する磁気駆動回路を構成している。従って、駆動コイル6に通電することより、可動体2にはX方向の推力が加わる。

[0031] (クランプ機構の構成)

図5は、本発明の光スイッチ装置の後半分に搭載されたクランプ用磁気駆動回路を、押圧部材を外した状態で斜め上方から見た斜視図である。図6は、クランプ用磁気駆動回路で発生する磁束を示す説明図である。

[0032] 図2、図3および図5において、本形態の光スイッチ装置1では、クランプ機構40は、可動体2を付勢して固定側部材13に固定する板状の押圧部材41と、可動体2を常に固定側部材13に向って付勢するねじりばね60と、押圧部材41を駆動するクランプ用磁気駆動回路45とから構成される。

[0033] 押圧部材41は、光スイッチ本体100の上方を覆って光スイッチ装置1の後方まで延びる天板42と、光スイッチ本体100の側面を覆う左右の側板43とから構成され、固定側部材13の底板14から立ち上がる左右の支柱47、48の端部に設けられた揺動

支点50、51に揺動可能に支持されている。また、天板42の前端部では、下方に半円形状の押圧突起44が突き出ている。なお、押圧部材41は、光スイッチ装置1の後方まで延びている固定側部材13の底板14とともに、光スイッチ装置1の筐体を兼ね、外部から光スイッチ本体100を保護する機能を備えている。

[0034] 底板14の左右の支柱47、48において、その高さ方向の中央位置に、ねじりばね60のねじり部分61が取り付けられ、上下に広がる2つの端部62、63は、光スイッチ装置1の後方に延びている。2つの端部62、63のうち、端部62の先端は、押圧部材41の天板42のやや後側位置に係止され、端部63の先端は、底板14のやや後側位置に係止されている。従って、ねじりばね60は、押圧部材41の後端部分を上方に押し上げており、その結果、押圧部材41は、底板14に対して僅かに前方に傾斜している。この状態で、押圧部材41の押圧突部44は、プリズムミラー搭載部11の上端面11bに当接し、押圧部材41は、プリズムミラー搭載部11を固定部15に向けて押し付け固定している(クランプ状態)。

[0035] クランプ用磁気駆動回路45は、以下に説明するように、押圧部材41の側に取り付けられた第1、第2のクランプ用マグネット70、71と、固定側部材13の底板14の側に搭載されたクランプ用コイル72と、底板14の側に取り付けられたクランプ用ヨーク75(バックヨーク)とから構成されている。

[0036] 光スイッチ装置1の後方において、天板42には、長方形の開口420が形成され、さらに後方の天板42の後端部に近い位置には、幅方向(X方向)に延びた開口421、422が形成されており、そこには、板状の第1、第2のクランプ用マグネット70、71が取り付けられている。ここで、第1、第2のクランプ用マグネット70、71は、互いに異なる極を対向させた状態で、固定側部材13の方に突出している。

[0037] これに対して、固定側部材13の底板14は、中央を大きく切り欠かれており、左右の縁部14a、14bのみが後方に延びている。本形態では、左右の縁部14a、14bに跨るようにクランプ用コイル72が搭載されている。クランプ用コイル72は、長辺がX方向に延びる角筒状のコイルであり、コイル開口72eを押圧部材41の天板42の方に向けている。

[0038] また、底板14には、切欠き73の内側に突き出るようにヨーク支持部材76が取り付け



られている。このヨーク支持部材76は、Y方向下方にわずかに折れ曲がった後、Z方向に延びる段部76aを有しており、この段部76aから先端側にクランプ用ヨーク75が片持ち状態で保持されている。従って、クランプ用ヨーク75の下端部は、切欠き73内に位置している。

[0039] クランプ用ヨーク75は、対向して平行に延びる2つの直立壁75a、75bと、この直立壁75a、75bを連結する底壁75cとを有する断面U字形状である。これらの直立壁75a、75bのうち、直立壁75aは、クランプ用コイル72のコイル開口72eの外側において、コイル辺72aと所定の間隙を介して対向し、直立壁75bは、クランプ用コイル72のコイル開口72eの内側において、コイル辺72aおよびコイル辺72bと対向している。

[0040] このように構成したクランプ用磁気駆動回路45においては、光スイッチ装置1を組み立てた状態で、第1のクランプ用マグネット70は、クランプ用コイル72のコイル開口72eの外側で、クランプ用ヨーク75の直立壁75aと、クランプ用コイル72のコイル辺72aとの間に位置する。また、第2のクランプ用マグネット71は、クランプ用コイル72のコイル開口72eの内側で、クランプ用ヨーク75の直立壁75bと、クランプ用コイル72のコイル辺72aとの間に位置する。

[0041] 従って、第1および第2のクランプ用マグネット70、71(マグネット対)は、異なる極を対向させてクランプ用コイル72をコイル開口72eの内と外で挟むように配置され、かつ、クランプ用コイル72のコイル開口72eの内側および外側の各々において、クランプ用ヨーク75の直立壁75a、75bは、クランプ用マグネット70、71の背後にバックヨークとして配置された状態にある。

[0042] このように構成したクランプ機構40において、クランプ用磁気駆動回路45では、図6に示すように、クランプ用マグネット70、71、およびクランプ用ヨーク75は、矢印Qで示すように、クランプ用コイル72のコイル辺72aと鎖交する磁束を発生させ、かつ、この磁界は閉塞している。従って、クランプ機構40において、クランプ用コイル72に通電していない状態では、押圧部材41の後端部は、矢印F1で示すように、ねじりばね76によって上方に押し上げられる結果、押圧部材41の前端部は、可動体2を下方に押し付けているが(クランプ状態)、クランプ用コイル72に通電すると、クランプ用磁気駆動回路45によって、押圧部材41の後端部は、矢印F2で示すように、ねじりばね

76に抗して押し下げられる。その結果、押圧部材41の前端部は浮き上がり、可動体2の下方への押し付け固定が解除される(アンクランプ状態)。

[0043] (光導波路切り換え動作の説明)

図7は、光スイッチ装置において光導波路を切り換える動作を行う際、可動体と固定側部材との位置関係などを示す説明図である。

[0044] 図7(a)に示すように、初期の固定位置では、可動体2は、押圧部材41により固定側部材13に向けて付勢され、固定されたクランプ状態にある。プリズムミラー搭載部11の下面11aおよび固定部15の上面15aに形成されたV字溝30、31は係合した状態にある。

[0045] この状態から、光導波路を切り換える動作を行うには、まず、クランプ用コイル72に通電する。また、同時に可動体2をY方向に浮上させる。その結果、図7(b)に示すように、押圧部材41は、ねじりばね60の付勢力に抗して、前端部が浮き上がるように揺動支点50、51を中心に揺動し、押圧部材41の先端に位置する押圧突起44が可動体2から浮き上がる。

[0046] 次に、駆動コイル6に通電して、図7(c)に示すように、可動体2をX方向に移動させる。そして、可動体2がX方向の所望の位置まで移動してきたとき、図7(d)のように、駆動コイル5への通電を停止して、サスペンションワイヤ4の弾性復帰力によって、可動体2をY方向下方に沈み込ませる。

[0047] 次に、クランプ用コイル72への通電を停止する。その結果、図7(d)に示すように、押圧部材41は、ねじりばね60の付勢力によって、可動体2をY方向下方に付勢して固定側部材13に押し付け固定したクランプ状態になる。その際、図7(e)に示すように可動体2に形成されたV字溝30と、固定側部材13に形成されたV字溝31が噛み合い、可動体2は、X方向に位置決めされる。

[0048] しかる後に、駆動コイル6への通電を停止する。これにより、光導波路の切り換え動作が完了する。従って、入射側光ファイバ20からプリズムミラー10に入射した光は、プリズムミラー10を介して、所定の出力側光ファイバ21に出射されることになる。

[0049] (本形態の効果)

本形態の光スイッチ装置1は、プリズムミラー10を搭載した可動体2を付勢して固定

する押圧部材41を駆動するために、クランプ用コイル72とクランプ用マグネット70、71とからなるクランプ用磁気駆動回路45を用いている。クランプ用磁気駆動回路45は、ソレノイドを利用したクランプ機構と比較して大きな磁気駆動力を得ることができるので、可動体2のクランプ状態あるいはアンクランプ状態への切り換えを確実に行うことができる。

[0050] また、本形態では、クランプ用磁気駆動回路45を構成するクランプ用コイル72が押圧部材41に向けて開口するように巻回され、クランプ用マグネット70、71は、押圧部材41から底板14に向けて突き出て、クランプ用コイル72を開口72eの内と外で挟むように配置されている。このため、クランプ用コイル72とクランプ用マグネット70、71が装置の高さ方向で一切、重なる必要がないので、光スイッチ装置1の薄型化を図ることができる。

[0051] さらに、本形態のクランプ機構40は、クランプ用コイル72の開口内、および開口外の各々においてクランプ用マグネット70、71の背後に位置するクランプ用ヨーク75を備えているため、クランプ用マグネット70、71からの漏れ磁束を低く抑えることができる。従って、クランプ用マグネット70、71の磁束を有効に利用することができ、大きな磁気駆動力を得ることができる。

[0052] また、クランプ機構40においては、押圧部材41のクランプ状態をねじりばね60の付勢力で実現し、クランプ用磁気駆動回路45は、ねじりばね60の付勢力に抗して押圧部材41をアンクランプ状態に切り換える。従って、可動体2を移動させる期間のみ通電すればよいので、消費電力を低く抑えることができる。

[0053] 本形態では、押圧部材41が、光スイッチ本体100の上面と側面を覆う筐体を兼ねている。従って、別に光スイッチ装置1を覆う筐体が必要ない。そのため、押圧部材41を可動体2のY方向の上方に配置していても、光スイッチ装置1の薄型化を妨げない。

[0054] さらに、本形態では、クランプ用駆動回路45を構成するクランプ用ヨーク75の底壁75cが、固定側部材13の底板14に形成された切欠き73内に収納されている。そのため、クランプ用ヨーク75が底壁75cを有していても、固定側部材13の底板14とクランプ用ヨーク75の底板75cがY方向で重なることがなく、光スイッチ装置1の薄型化を

妨げない。

[0055] [その他の実施の形態]

上記の形態では、クランプ用磁気駆動回路45に2つのクランプ用マグネットを用いたが、図8(a)～(d)に示すように、3つあるいは4つのクランプ用マグネットを用いてもよい。

[0056] 図8(a)に示す形態では、クランプ用コイル72の長辺72a、72bのそれぞれの辺を、クランプ用コイル72の開口72eの内と外で挟むように4つのクランプ用マグネット80、81、82、83を配置した構成であり、クランプ用マグネット80、81は互いに異なる極を対向させ、クランプ用マグネット82、83も、互いに異なる極を対向させている。

[0057] また、図8(b)に示す形態でも、クランプ用コイル72の長辺72a、72bのそれぞれの辺を、クランプ用コイル72の開口72eの内と外で挟むように3つのクランプ用マグネット80、83、84を配置した構成であり、クランプ用マグネット80、84は互いに異なる極を対向させ、クランプ用マグネット84、83も、互いに異なる極を対向させている。

[0058] このように構成した場合も、図8(c)、(d)に示すように、クランプ用ヨーク91、92、93によって、各クランプ用マグネット80～84の背後にバックヨークを配置することが好ましい。

[0059] なお、上記のいずれの形態においても、クランプ機構40は、押圧部材41をクランプ状態に付勢するねじりばね60を備え、クランプ用磁気駆動回路45は、ねじりばね60の付勢力に抗して押圧部材41を駆動する構成であったが、それとは逆に、ねじりばね60が押圧部材41をアンクランプ状態に付勢し、クランプ用磁気駆動回路45は、ねじりばね60の付勢力に抗して押圧部材41をアンクランプ状態からクランプ状態に移行させる構成であってもよい。

[0060] また、クランプ機構40において、ねじりばね60を用いず、クランプ用磁気駆動回路45によって、押圧部材41をクランプ状態とアンクランプ状態とに切り換える構成であってもよい。

### 産業上の利用可能性

[0061] 本発明では、光スイッチ装置において、光反射部材を搭載した可動体をクランプ状態およびアンクランプ状態に切り換える押圧部材を駆動するために、クランプ用コイ

ル、およびクランプ用コイルに鎖交する磁束を発生させるクランプ用マグネットを備えたクランプ用磁気駆動回路を用いている。このため、クランプ用コイルとクランプ用マグネットについては、装置の高さ方向で重なる必要がない。従って、光スイッチ装置の薄型化を図ることができる。また、ソレノイドを利用したクランプ機構と比較して、大きな磁気駆動力を得ることができるため、可動体に対するクランプあるいはアンクランプの切り換えを確実に行うことができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0062] [図1]本発明が適用される光導波路切り換え装置の原理を模式的に表した図である。
- [図2](a)、(b)、(c)、(d)は、本発明を適用した光スイッチ装置の平面図、正面図、側面図、背面図である。
- [図3]図2(a)のA-A'線における光スイッチ装置の断面図である。
- [図4]本発明を適用した光スイッチ装置において、その前半分に搭載された光スイッチ本体を、押圧部材を外した状態で、斜め後方から見た斜視図である。
- [図5]本発明を適用した光スイッチ装置において、その後半分に搭載されたクランプ用磁気駆動回路を、押圧部材を外した状態で斜め上方から見た斜視図である。
- [図6]本発明を適用した光スイッチ装置において、クランプ用磁気駆動回路で発生する磁束の向きを示す説明図である。
- [図7]本発明を適用した光スイッチ装置において、光導波路を切り換える動作を行う際の可動体と固定側部材との位置関係などを示す説明図である。
- [図8]本発明を適用した光スイッチ装置に用いられるクランプ用磁気駆動回路のその他の形態を示す説明図である。

#### 符号の説明

- [0063] 1 光スイッチ装置
- 2 可動体
- 3 光ファイバアレイ
- 4 サスペンションワイヤ
- 5、6 駆動コイル
- 7、8 駆動マグネット

- 10 プリズムミラー
- 12 支持ベース
- 13 固定側部材
- 15 固定部
- 20 入力側光ファイバ
- 21 出力側光ファイバ
- 30、31 V字溝
- 40 クランプ機構
- 41 押圧部材
- 44 押圧突起
- 45 クランプ用磁気駆動回路
- 50、51 揺動支点
- 60 ねじりばね(付勢部材)
- 70、71、80、81、82、83、84 クランプ用マグネット
- 72 クランプ用コイル
- 72a、72b コイル辺
- 72e クランプ用コイルの開口
- 75 クランプ用ヨーク(バックヨーク)
- 100 光スイッチ本体

## 請求の範囲

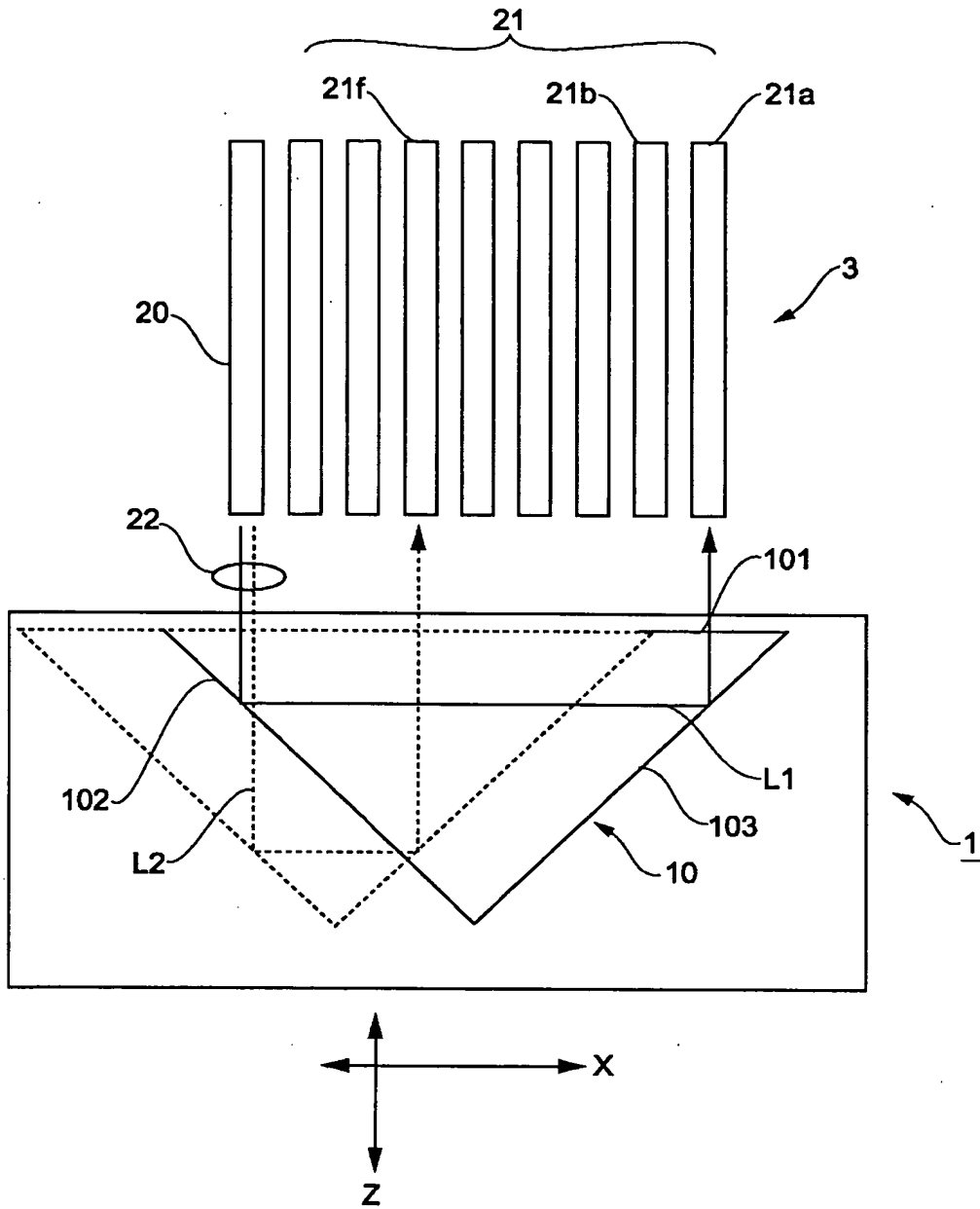
- [1] 互いに直交する方向をそれぞれX方向、Y方向、およびZ方向としたときに、  
Z方向から入射してきた光を反射してX方向にずれた所定位置から出射するための  
光反射部材が搭載された可動体と、該可動体をX方向およびY方向に移動可能に  
支持する固定側部材と、前記可動体をX方向およびY方向に駆動する駆動手段とを  
有する光スイッチ装置において、  
前記可動体を前記固定側部材に押し付け固定したクランプ状態、および前記可動  
体を解放したアンクランプ状態に切り換える押圧部材と、該押圧部材を駆動するク  
ランプ用磁気駆動回路とを備えたクランプ機構を有し、  
前記クランプ用磁気駆動回路は、前記押圧部材あるいは前記固定側部材のい  
ずれか一方側部材に配置されたクランプ用コイル、他方側部材に配置され、前記ク  
ランプ用コイルに鎖交する磁束を発生させるクランプ用マグネットとを備えていることを特  
徴とする光スイッチ装置。
- [2] 請求項1において、前記クランプ用コイルは、前記他方側部材に向けて開口するよ  
うに巻回され、  
前記クランプ用マグネットは、前記他方側部材から前記一方側部材に向けて突き出  
たマグネット対を備え、  
前記マグネット対は、異なる極を対向させて前記クランプ用コイルを開口内と開口  
外で挟むように配置されていることを特徴とする光スイッチ装置。
- [3] 請求項2において、前記クランプ機構は、前記クランプ用コイルの開口内、および  
開口外の各々において前記マグネット対の背後に位置するバックヨークを備えている  
ことを特徴とする光スイッチ装置。
- [4] 請求項1ないし3のいずれかにおいて、前記クランプ機構は、前記押圧部材を前記  
クランプ状態あるいは前記アンクランプ状態に付勢する付勢部材を備え、  
前記クランプ用磁気駆動回路は、前記付勢部材の付勢力に抗して前記押圧部材  
を駆動可能であることを特徴とする光スイッチ装置。

## 要 約 書

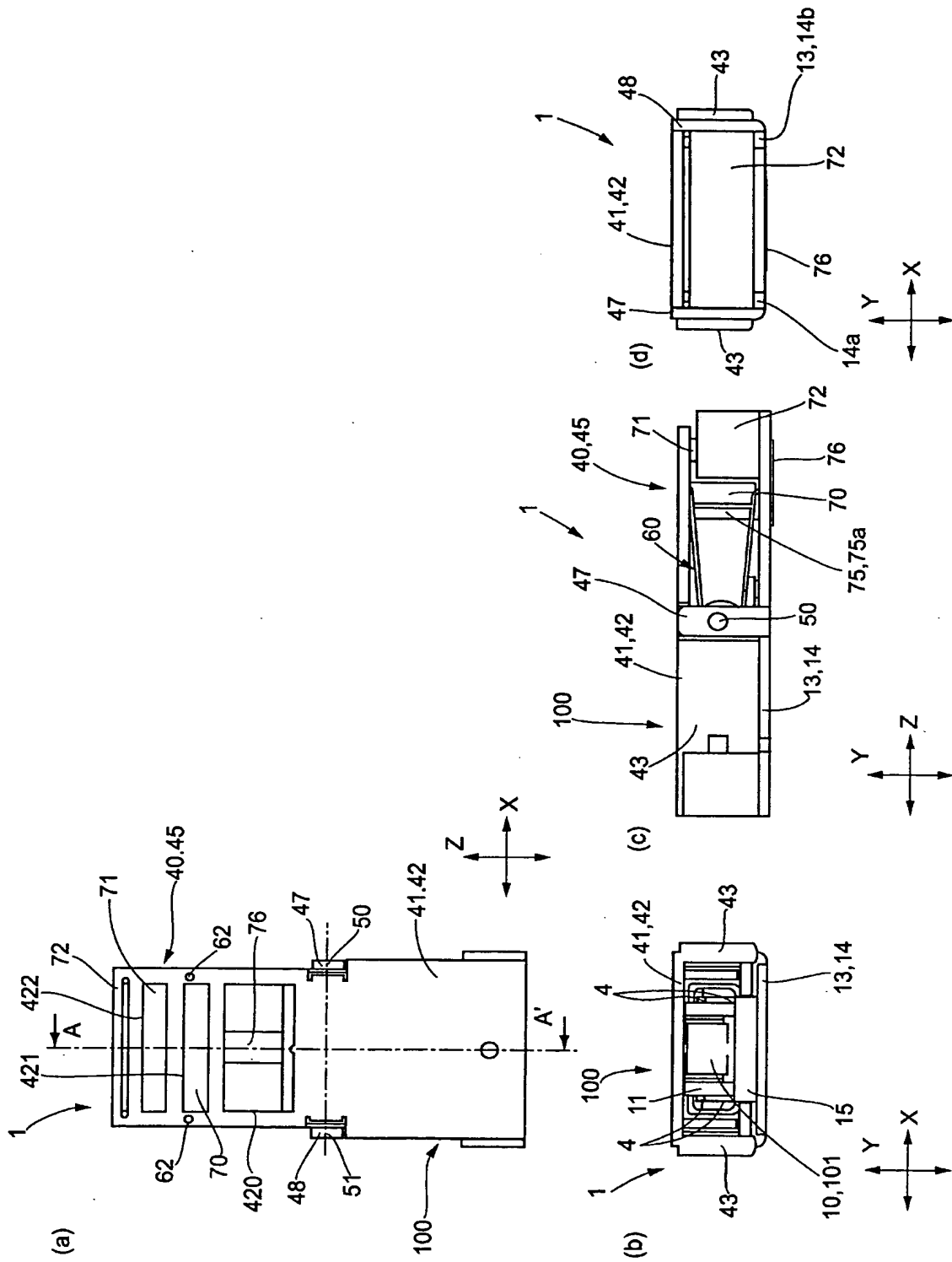
光反射部材を移動させて光導波路同士の結合状態を切り換えるタイプの光スイッチ装置において、光反射部材が搭載された可動体の位置ずれを確実に防止でき、かつ、光スイッチ装置の薄型化を実現可能な構成を提供する。そのために、光スイッチ装置(1)は、プリズムミラー(10)を搭載した可動体(2)をクランプ状態およびアンクランプ状態に切り換える押圧部材(41)と、押圧部材をクランプ方向に付勢するねじりばね(60)と、ねじりばね(60)に抗して押圧部材(41)をアンクランプ状態に駆動するクランプ用磁気駆動回路(45)とを有している。このクランプ用磁気駆動回路(45)は、固定部材(13)側のクランプ用コイル(72)と、押圧部材(41)側のクランプ用マグネット(70、71)とを有し、クランプ用マグネット(70、71)は、異なる極を対向させてクランプ用コイル(72)を開口内と開口外で挟むように配置されている。



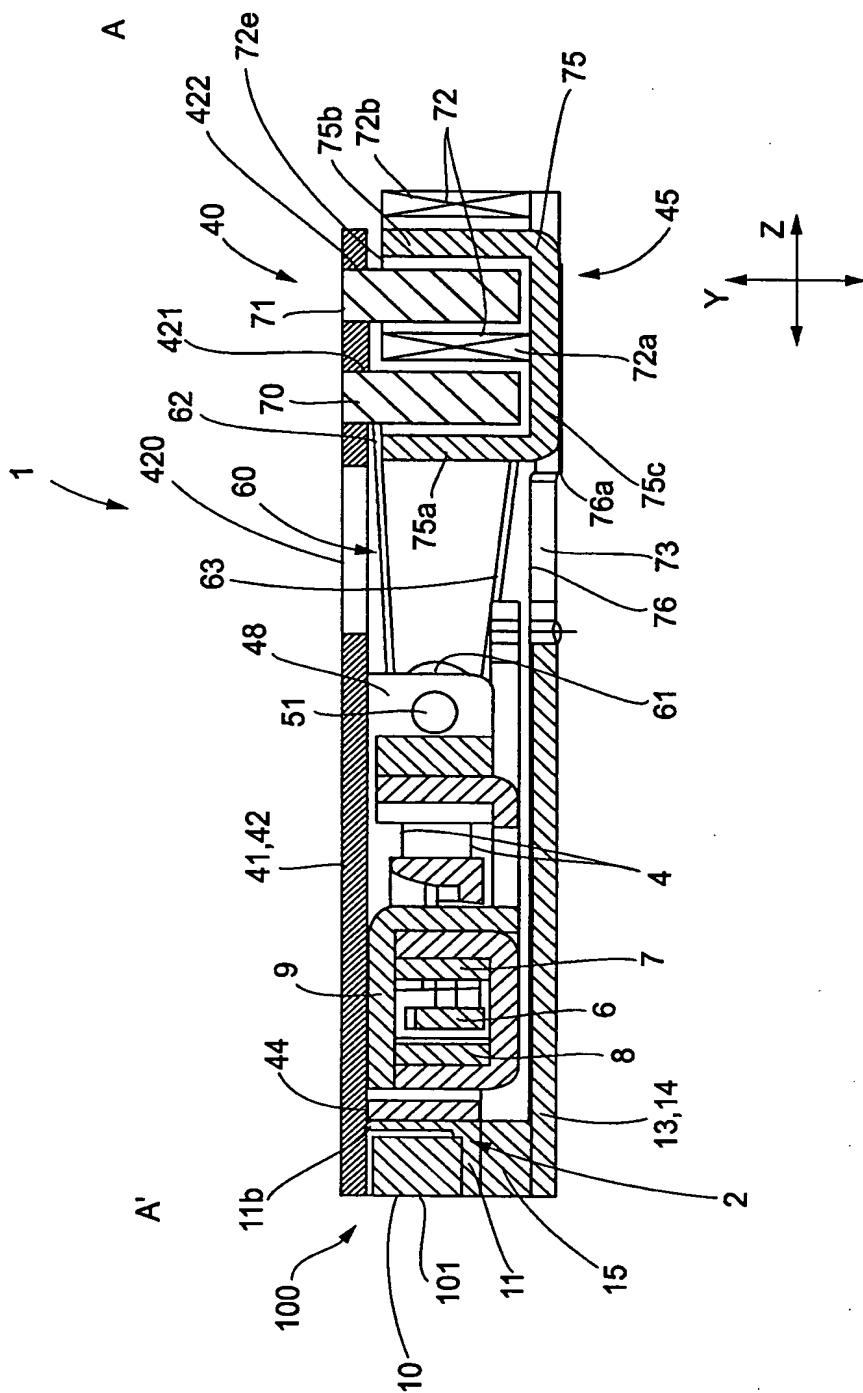
[図1]



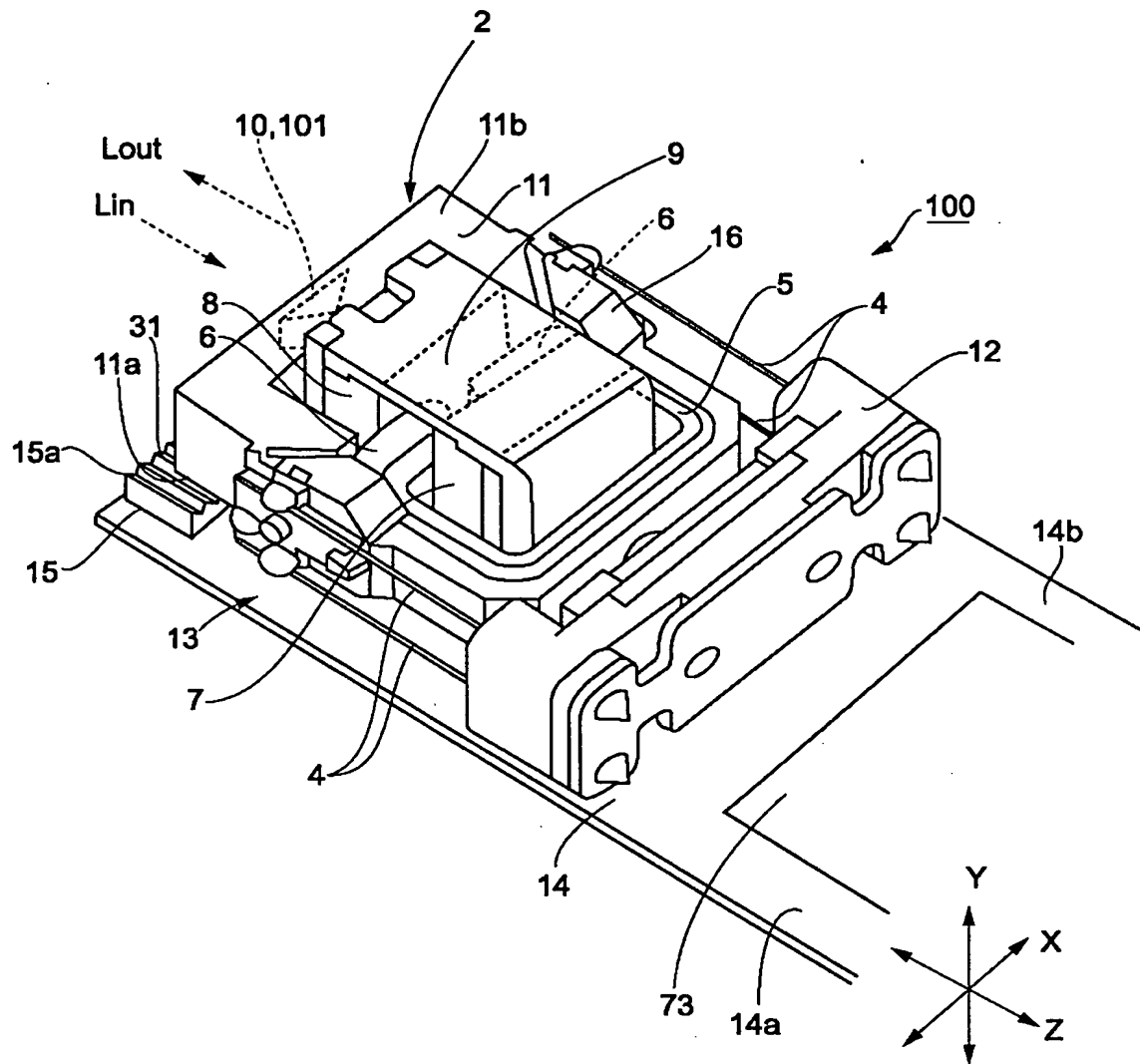
[圖2]



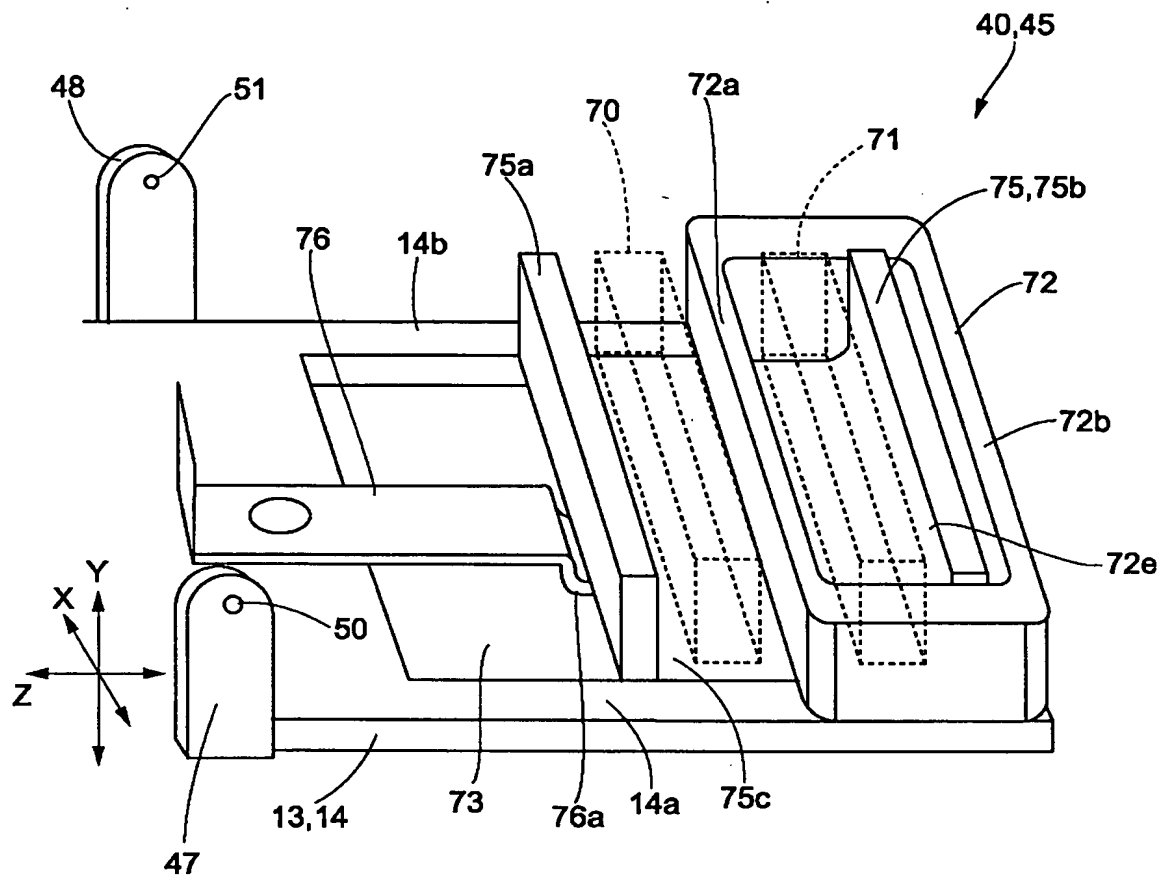
[図3]



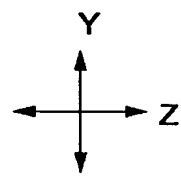
[図4]



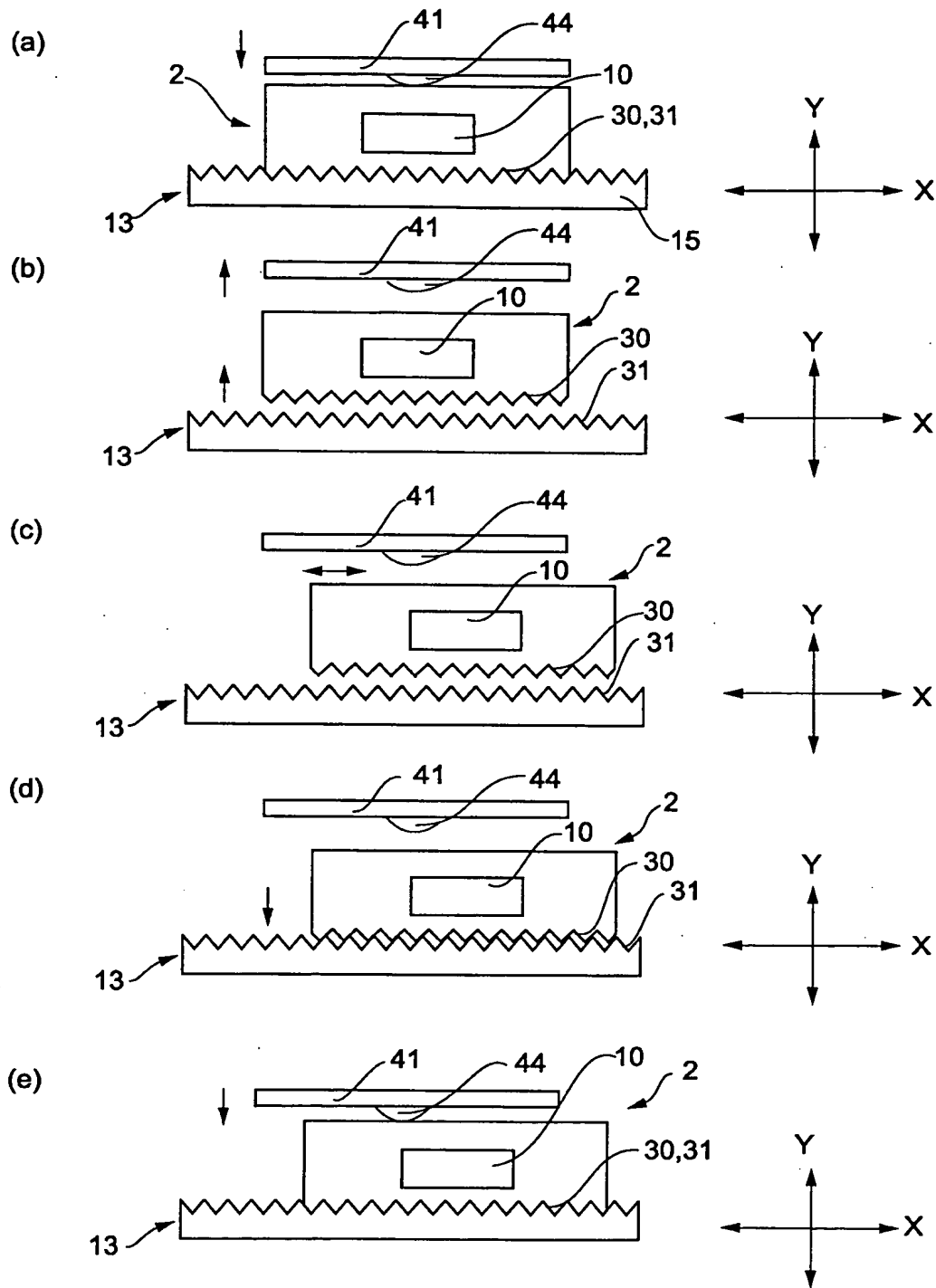
[図5]



[図6]



[図7]



[8]

